

PAT-NO: JP411161944A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11161944 A

TITLE: MAGNETIC DISK AND MAGNETIC DISK DEVICE

PUBN-DATE: June 18, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MORITA, OSAMI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SONY CORP	N/A

APPL-NO: JP09326639

APPL-DATE: November 27, 1997

INT-CL (IPC): G11B005/82, G11B005/012

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic disk and a magnetic disk device effectively suppressing a floating fluctuation amount of a head slider as much as possible at a servo zone passing time, stably recording and/or reproducing and suitable to mass production.

SOLUTION: In the magnetic disk, information is recorded/reproduced by a magnetic head loaded on the head slider whose part at least is floated at a recording/reproducing time. This magnetic disk is provided with a data zone 3a formed with a groovy recessed part 3a

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-161944

(43)公開日 平成11年(1999) 6月18日

(51)Int.Cl.⁶

G 1 1 B 5/82
5/012

識別記号

F I

G 1 1 B 5/82
5/012

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平9-326639

(22)出願日 平成9年(1997)11月27日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 森田 修身

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

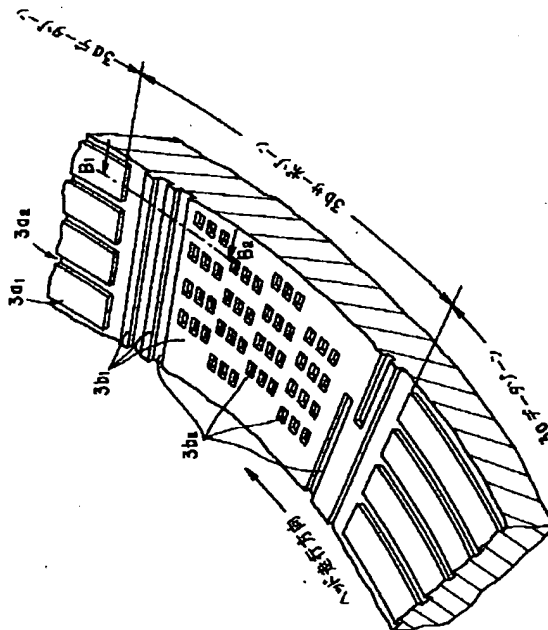
(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54)【発明の名称】 磁気ディスク及び磁気ディスク装置

(57)【要約】

【課題】 より効果的にサーボゾーン通過時におけるヘッドスライダの浮上変動量を極力抑えることができ、より安定な記録及び／又は再生が可能とされ、しかも量産に好適な磁気ディスク及び磁気ディスク装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 磁気ディスク3は、記録再生時に少なくとも一部が浮上するヘッドスライダに搭載された磁気ヘッドにより記録再生がなされる。この磁気ディスク3は、記録トラックに沿った溝状の凹部3a₂が形成され当該凹部間の凸部分3a₁に情報信号が記録されるデータゾーン3aと、サーボ信号等を含む制御信号に対応した凹凸が形成され凹部3b₂と凸部3b₁とが互いに逆極性に磁化されて、制御信号が記録されるサーボゾーン3bとを備える。特に、サーボゾーン3bの凸部3b₁の面積が、サーボゾーン3bの凹部3b₂の面積よりも大きい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録及び／又は再生時にディスク表面との間に流れる空気流によって生じる浮揚力によって少なくとも一部が浮上するヘッドスライダに搭載された磁気ヘッドにより、記録及び／又は再生がなされる磁気ディスクであって、

記録トラックに沿った溝状の凹部が形成され、当該凹部間の凸部分に任意の情報信号が記録される情報記録領域と、

少なくともサーボ信号を含む制御信号に対応した凹凸が形成され、凹部と凸部とが互いに逆極性に磁化されることにより、上記制御信号が記録される制御信号記録領域とをディスク面内に有し、

上記制御信号記録領域の凸部の面積が、当該制御信号記録領域の凹部の面積よりも大きいことを特徴とする磁気ディスク。

【請求項2】 上記情報記録領域の凸部の面積が、当該情報記録領域の凹部の面積の5.5倍以上であることを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク。

【請求項3】 上記情報記録領域上においてヘッドスライダが受ける上記浮揚力を当該ヘッドスライダの荷重で除算した値から、上記制御信号記録領域上においてヘッドスライダが受ける上記浮揚力を当該ヘッドスライダの荷重で除算した値を差し引いた値が、 $-0.05 \sim +0.05$ の範囲内であることを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク。

【請求項4】 上記制御信号記録領域は、記録トラックに沿って所定間隔毎に形成されており、上記ヘッドスライダの記録トラック方向の長さが、上記所定間隔よりも長いことを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク。

【請求項5】 磁気ディスクと、記録及び／又は再生時に上記磁気ディスク表面との間に流れる空気流によって生じる浮揚力によって少なくとも一部が浮上するヘッドスライダと、上記ヘッドスライダに搭載され、上記磁気ディスクに対して記録及び／又は再生を行う磁気ヘッドとを備え、上記磁気ディスクは、記録トラックに沿った溝状の凹部が形成され、当該凹部間の凸部分に任意の情報信号が記録される情報記録領域と、少なくともサーボ信号を含む制御信号に対応した凹凸が形成され、凹部と凸部とが互いに逆極性に磁化されることにより、上記制御信号が記録される制御信号記録領域とをディスク面内に有し、上記制御信号記録領域の凸部の面積が、当該制御信号記録領域の凹部の面積よりも大きいことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項6】 上記情報記録領域の凸部の面積が、当該情報記録領域の凹部の面積の5.5倍以上であることを

特徴とする請求項5記載の磁気ディスク装置。

【請求項7】 上記情報記録領域上においてヘッドスライダが受ける上記浮揚力を当該ヘッドスライダの荷重で除算した値から、上記制御信号記録領域上においてヘッドスライダが受ける上記浮揚力を当該ヘッドスライダの荷重で除算した値を差し引いた値が、 $-0.05 \sim +0.05$ の範囲内であることを特徴とする請求項5記載の磁気ディスク装置。

【請求項8】 上記制御信号記録領域は、記録トラックに沿って所定間隔毎に形成されており、上記ヘッドスライダの記録トラック方向の長さが、上記所定間隔よりも長いことを特徴とする請求項5記載の磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ヘッドスライダに搭載されている磁気ヘッドにより、情報信号が記録及び／又は再生される磁気ディスク及びその磁気ディスクが搭載される磁気ディスク装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】磁気ディスク装置に搭載される従来の磁気ディスクは、その両表面の全面に磁性膜が形成されており、隣接するトラックからのクロストークを抑制するために、記録トラック相互間に位置するガードバンドを比較的広い幅で設けなければならなかった。その結果、従来の磁気ディスクは、トラックピッチを狭くすることが困難であり、小型化や大記録容量化に限界があった。

【0003】そこで、本出願人は、特開平6-259709号公報にて、上記の問題を解消する磁気ディスク及び磁気ディスク装置を提案している。

【0004】この磁気ディスクは、情報信号が記録される情報記録領域（以下、データゾーンと称する。）と、サーボ信号を含む制御信号が記録される制御信号記録領域（以下、サーボゾーンと称する。）とを有する。

【0005】そして、このデータゾーン300は、図27に示すように、データ等を記録するための記録トラックが凸部300aとなるように形成され、隣接する記録トラック同士を区分するためのガードバンドが凹部300bとなるように形成されている。

【0006】また、サーボゾーン400には、図27に示すように、サーボ信号等の制御信号に対応した凹凸が形成されている。このサーボゾーン400では、記録再生に使用する前に、それらの凹部と凸部とで極性が逆となるように着磁し、これにより、サーボ信号を書き込む。ここで、制御信号に対応した部分を凸部（以下、サーボビットと称する。）400aとし、基準となる面を凹部400bとしている。

【0007】このような構成の磁気ディスク200は、記録トラックに対してガードバンドが物理的に凹部として形成されているので、クロストークが起りにくくな

る。したがって、この磁気ディスク200は、クロストークを軽減するためにガードバンドの幅を広くする必要がなくなるので、トラックピッチを狭くして記録容量を大きくすることができる。その結果、トラックピッチの高密度化が可能となり、更なる高密度記録を実現することができる。

【0008】また、このような磁気ディスク200では、凸部400aであるサーボビットを非常に微細に精度良く形成することが容易にできるので、このように制御信号に応じたサーボビットを予め基板に形成しておくことにより、制御信号を非常に精度良く書き込むことが可能となる。

【0009】すなわち、記録トラックに対して制御信号を非常に正確な位置に書き込むことが可能となり、その結果、サーボビットが形成されていない磁気ディスクに比べて容易に高密度記録化を図ることが可能となる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような高密度記録化された磁気ディスク200に対してヘッドスライダを用いる場合には、スペーシング損失を極力抑えるために、ヘッドスライダの浮上量を例えば50nm程度まで小さくする必要がある。

【0011】また、そのときの浮上変動量も小さくする必要がある。これは、浮上量だけでなく、浮上変動量もスペーシング損失の原因となるためである。

【0012】ところが、上述したようなサーボビット400aが予め形成された磁気ディスク200では、図27に示すように、サーボゾーン400のパターン形状とデータゾーン300のパターン形状とが異なる。このため、サーボゾーン400上におけるヘッドスライダの浮上量と、データゾーン300上におけるヘッドスライダの浮上量とが異なってしまう。従って、この浮上量の差異が浮上変動を引き起こし、ヘッドスライダに搭載された磁気ヘッドにより情報信号の記録再生を安定に行うことができなくなるといった問題があった。

【0013】そこで、磁気ディスク200においては、安定な記録再生特性を確保すべく、サーボゾーン通過時における浮上変動量を極力抑えるために、以下に示す方法が検討されている。

【0014】この方法とは、サーボゾーン内のパターンに設計上の工夫、例えばサーボゾーンのトラック方向の長さをある一定値よりも小さくすることによって、サーボゾーン通過時の浮上変動量そのものを小さくする方法である。

【0015】ところで、通常、サーボゾーン内のパターンは、磁気ヘッドの位置決め精度を向上させるために設計される。そのため、この方法のように、ヘッドスライダの浮上変動量を抑えるためにサーボゾーン内のパターンを設計する方法では、サーボゾーンの設計上の自由度が制約され、最も重要な磁気ヘッドの位置決め精度を犠

牲にすることになってしまう虞がある。

【0016】そこで、本発明は、従来の実情を鑑みて提案されたものであり、より効果的にサーボゾーン通過時におけるヘッドスライダの浮上変動量を極力抑えることができ、より安定な記録及び／又は再生が可能とされ、しかも量産に好適な磁気ディスク及び磁気ディスク装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】上述した目的を達成するために完成された本発明に係る磁気ディスクは、記録及び／又は再生時にディスク表面との間に流れる空気流によって生じる浮揚力によって少なくとも一部が浮上するヘッドスライダに搭載された磁気ヘッドにより、記録及び／又は再生がなされる磁気ディスクである。

【0018】この磁気ディスクは、記録トラックに沿った溝状の凹部が形成され当該凹部間の凸部分に任意の情報信号が記録される情報記録領域と、少なくともサーボ信号を含む制御信号に対応した凹凸が形成され凹部と凸部とが互いに逆極性に磁化されることにより制御信号が記録される制御信号記録領域とをディスク面内に有するものである。

【0019】特に、本発明に係る磁気ディスクは、制御信号記録領域の凸部の面積が、当該制御信号記録領域の凹部の面積よりも大きいことを特徴とするものである。

【0020】また、本発明に係る磁気ディスクでは、情報記録領域上においてヘッドスライダが受ける浮揚力を当該ヘッドスライダの荷重で除算した値から、上記制御信号記録領域上においてヘッドスライダが受ける浮揚力を当該ヘッドスライダの荷重で除算した値を差し引いた値が、 $-0.05 \sim +0.05$ の範囲内であることが好ましい。

【0021】さらに、本発明に係る磁気ディスクは、制御信号記録領域が記録トラックに沿って所定間隔毎に形成されており、ヘッドスライダの記録トラック方向の長さが、上記所定間隔よりも長いことが好ましい。

【0022】以上述べたように構成される本発明に係る磁気ディスクによれば、制御信号記録領域における凸部の面積が凹部の面積よりも大きくなされているため、制御信号記録領域においてヘッドスライダの浮上量を低下させる凹部の割合が少ないことから、ヘッドスライダが制御信号記録領域を通過する際の浮上変動量が抑えられる。

【0023】また、本発明に係る磁気ディスクによれば、情報記録領域上でヘッドスライダが受ける浮揚力を当該ヘッドスライダの荷重で除算した値から、制御信号記録領域上でヘッドスライダが受ける浮揚力を当該ヘッドスライダの荷重で除算した値を差し引いた値が、 $-0.05 \sim +0.05$ の範囲内に限定されることにより、ヘッドスライダの浮上変動量が極力抑えられる。

【0024】さらに、本発明に係る磁気ディスクによれ

ば、制御信号記録領域が記録トラックに沿って所定間隔毎に形成されており、ヘッドスライダの記録トラック方向の長さが上記所定間隔よりも長くなされているため、ヘッドスライダが制御信号記録領域を通過する際の浮上変動量に波形干渉が生じる。

【0025】また、上述した目的を達成するために完成された本発明に係る磁気ディスク装置は、磁気ディスクと、記録及び／又は再生時に上記磁気ディスク表面との間に流れる空気流によって生じる浮揚力によって少なくとも一部が浮上するヘッドスライダと、ヘッドスライダに搭載され、上記磁気ディスクに対して記録及び／又は再生を行う磁気ヘッドとを備えるものである。

【0026】この本発明に係る磁気ディスク装置は、磁気ディスクが、記録トラックに沿った溝状の凹部が形成され当該凹部間の凸部分に任意の情報信号が記録される情報記録領域と、少なくともサーボ信号を含む制御信号に対応した凹凸が形成され凹部と凸部とが互いに逆極性に磁化されることにより上記制御信号が記録される制御信号記録領域とをディスク面内に有する。

【0027】特に、本発明に係る磁気ディスク装置は、上記制御信号記録領域の凸部の面積が当該制御信号記録領域の凹部の面積よりも大きいことを特徴とするものである。

【0028】また、本発明に係る磁気ディスク装置は、情報記録領域上においてヘッドスライダが受ける上記浮揚力を当該ヘッドスライダの荷重で除算した値から、上記制御信号記録領域上においてヘッドスライダが受ける上記浮揚力を当該ヘッドスライダの荷重で除算した値を差し引いた値が、 $-0.05 \sim +0.05$ の範囲内であることが好ましい。

【0029】さらに、本発明に係る磁気ディスク装置は、制御信号記録領域が記録トラックに沿って所定間隔毎に形成されており、ヘッドスライダの記録トラック方向の長さが、上記所定間隔よりも長いことが好ましい。

【0030】以上述べたように構成される本発明に係る磁気ディスク装置に用いられる磁気ディスクでは、制御信号記録領域における凸部の面積が凹部の面積よりも大きくなされているため、制御信号記録領域においてヘッドスライダの浮上量を低下させる凹部の割合が少なくなる。よって、本発明に係る磁気ディスク装置では、ヘッドスライダが制御信号記録領域を通過する際の浮上変動量が抑えられる。

【0031】また、本発明に係る磁気ディスク装置に用いられる磁気ディスクによれば、情報記録領域上でヘッドスライダが受ける浮揚力を当該ヘッドスライダの荷重で除算した値から、上記制御信号記録領域上でヘッドスライダが受ける浮揚力を当該ヘッドスライダの荷重で除算した値を差し引いた値が、 $-0.05 \sim +0.05$ の範囲内に限定されるため、ヘッドスライダの浮上変動量が極力抑えられる。

【0032】さらに、本発明に係る磁気ディスク装置に用いられる磁気ディスクによれば、制御信号記録領域が記録トラックに沿って所定間隔毎に形成されており、ヘッドスライダの記録トラック方向の長さが上記所定間隔よりも長くなされているため、ヘッドスライダが制御信号記録領域を通過する際の浮上変動量に波形干渉が生じる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0034】まず、本発明を適用した磁気ディスク装置について詳細を説明する。図1は、本発明を適用した磁気ディスク装置を示す斜視図である。

【0035】この磁気ディスク装置1は、図1に示すように、アルミニウム合金等により形成された筐体2の平面部の裏側にスピンドルモータ9が配設されていると共に、このスピンドルモータ9によって角速度一定で回転駆動される磁気ディスク3が備えられている。さらに、この筐体2には、アーム4が垂直軸4aの周りに揺動可能に取り付けられている。このアーム4の一端には、ボイスコイルモータ7が取り付けられ、またこのアーム4の他端には、ヘッドスライダ6が取り付けられている。

【0036】ボイスコイルモータ7は、カバーヨーク7aと、ボトムヨーク7bと、ボイスコイル5と、マグネット7cとから構成される。カバーヨーク7aとボトムヨーク7bとが、ボイスコイル5及びマグネット7cを挟むように配されている。また、マグネット7cは、ボトムヨーク7b上に取り付けられている。

【0037】つぎに、本発明に用いられるヘッドスライダ6の構成についてより詳細を説明する。図2は、ヘッドスライダ6に搭載される磁気ヘッド8を示す斜視図である。

【0038】このヘッドスライダ6は、図2に示すように、その下面の両側にエアベアリングサーフェイスとして作用するレール6a、6bが形成されている。このレール6a、6bは、それぞれ一端部に切欠形状となされたテーパ部6c、6dが形成されている。このテーパ部6c、6dは、空気流入部となされている。

【0039】また、ヘッドスライダ6は、レール6aのテーパ部6cが形成された側とは反対側の一方端部6eに、情報信号を記録再生する磁気ヘッド8が設けられている。

【0040】以上のように構成される磁気ディスク装置1は、以下に示すように記録再生する。図3は、本発明に用いられるヘッドスライダ6が磁気ディスク3に対して情報信号を記録再生する際における動作を示す模式図である。

【0041】上述した構成の磁気ディスク装置1は、スピンドルモータ9が駆動されると、磁気ディスク3が角速度一定で回転駆動する。ボイスコイル5に外部から電

10

20

30

40

50

流が供給されると、アーム4は、マグネット7cの磁界と、このボイスコイル5に流れる電流とによって生ずる力に基づいて、垂直軸4aの周りを回転する。

【0042】これにより、アーム4の他端に取り付けられたヘッドスライダ6は、図3中の矢印M方向の磁気ディスク3の回転に伴って、その表面上で走行しながら図3中の矢印Xで示すように磁気ディスク3の実質的に半径方向に移動する。従って、このヘッドスライダ6に搭載された磁気ヘッド8は、磁気ディスク3に対してシーク動作し、磁気ディスク3の所定の記録トラックに対して情報信号の記録再生を行う。

【0043】また、このとき、ヘッドスライダ6は、以下に示すように浮上走行する。図4は、本発明に用いられる磁気ヘッド8が磁気ディスク3に対して記録再生する際に、ヘッドスライダ6が磁気ディスク3上を浮上する様子を示す模式図である。

【0044】ヘッドスライダ6は、図4に示すように、回転する磁気ディスク3の表面に接近したとき、磁気ディスク3の回転に伴ってレール6a、6bと磁気ディスク3の表面との間に流入する空気流により浮揚力 N_1 を受ける。なお、この浮揚力 N_1 とは、ヘッドスライダ6が空気流から受ける負荷容量である。

【0045】そして、記録再生時にヘッドスライダ6が磁気ディスク3の表面から浮上量 d をもって浮上走行する際に、この浮揚力 N_1 が、ヘッドスライダ6の荷重 N_2 と釣り合っている。

【0046】なお、ヘッドスライダ6は、記録再生時に、例えば上記浮揚力 N_1 とヘッドスライダ6の荷重 N_2 とが釣り合った状態で磁気ヘッド8が磁気ディスク3と接触していても良い。このとき、浮揚力 N_1 とヘッドスライダ6の荷重 N_2 とが釣り合っているため、磁気ディスク3から磁気ヘッド8にかかる垂直抗力が0となり、磁気ヘッド8と磁気ディスク3の表面との摩擦力を0にすることができる。したがって、磁気ヘッド8と磁気ディスク3の表面とを接触させつつ、磁気ヘッド8と磁気ディスク3の摩擦をなくすることができる。

【0047】つぎに、以上述べた磁気ディスク装置1に用いられる本発明を適用した磁気ディスクの構成について詳細を説明する。図5は、本発明を適用した磁気ディスクの一例を示す平面図である。図6は、図5中に示す磁気ディスク内の範囲Aの更なる詳細を示す平面図である。図7は、サーボゾーンとデータゾーンとの境界部分を示す斜視図である。図8は、図7中の B_1 - B_2 線における断面図である。

【0048】この磁気ディスク3の基板13は、例えば、合成樹脂、ガラスまたはアルミニウム等よりなる。この基板13には、データゾーン3a及びサーボゾーン3bのそれぞれに対応した凹凸が形成されており、その表面に磁性膜14が形成されている。なお、データゾーン3a及びサーボゾーン3bは、記録再生時に所定の間

隔毎にサーボゾーン3bが現れるように、例えば、図5に示すように、サーボゾーン3bの形成位置が磁気ディスク3の中心から略放射状となるように形成される。

【0049】ここで、データゾーン3a及びサーボゾーン3bのそれぞれにおいて、凸部と凹部との面積比をLGR (Land-Groove Ratio) と称する。

【0050】上記データゾーン3aには、図6、図7及び図8に示すように、任意の情報信号を記録するための記録トラックが凸部3a1となり、隣接する記録トラック同士を区分するためのガートバンドが凹部3a2となるように、凹凸が形成されている。なお、これらの凹凸部3a1、3a2は、ヘッドスライダ6の走行方向、すなわちトラック方向に対して平行であれば良く、例えば、記録トラックをスパイラル状に形成する場合には、当該記録トラックに沿ってスパイラル状に形成する。また、これらの凹凸部3a1、3a2は、凸部3a1が円周方向に連続的に続くように形成されていても良いし、或いは、ヘッドスライダ6の走行に悪影響を与えない程度に分断されていても良い。

【0051】特に、本発明におけるデータゾーン3aは、上述のLGRの値が、5.5以上となされている。一方、従来の磁気ディスク200では、データゾーンのLGRは約1~2であった。よって、本発明におけるデータゾーン3aは、LGRがかなり大きいといえる。

【0052】一方、サーボゾーン3bにおいても、図6及び図7に示すように、表面に凹凸3b1、3b2が形成されている。

【0053】特に、本発明を適用した磁気ディスク3におけるサーボゾーン3bでは、図6、図7及び図8に示すように、サーボ信号を含む制御信号に対応した部分が凹部3b2となされ、基準となる面が凸部3b1となされている。ここで、サーボゾーン3bでは、凸部3b1と凹部3b2とが互いに逆方向に磁化されており、これにより制御信号が記録されている。

【0054】また、従来サーボビットが形成されていた磁気ディスク200では、サーボゾーン400において、制御信号に対応した部分が凸部400aとなされ、基準となる面が凹部400bとなされており、サーボゾーンのLGRが1以下であった。

【0055】一方、本発明の磁気ディスク3におけるサーボゾーン3bでは、上述したように、制御信号に対応する部分が凹部3b2となされる。このため、サーボゾーン3bのLGRは、制御信号に対応する部分が凸部400aとなされた従来の磁気ディスク200における、サーボゾーン400のLGRの逆数となるので、従来の磁気ディスク200におけるサーボゾーン400のLGRよりも、著しく大きな値となる。つまり、サーボゾーン3bでは、凸部3b1の面積が凹部3b2の面積よりかなり大きくなる。

【0056】よって、本発明を適用した磁気ディスク3

のサーボゾーン3bでは、制御信号に対応する部分が凹部3b₂となされ、凸部3b₁の面積が凹部3b₂の面積よりも大きくなされているため、浮上量の低下を招く凹部の面積が小さくなされていることから、サーボゾーン通過時の浮上変動量、詳しくは浮上量の低下を極力抑えることができる。その結果、より安定な記録再生が実現可能となる。

【0057】ところで、ヘッドスライダ6の浮上変動量を抑えるには、ヘッドスライダ6の受ける浮揚力がデータゾーン3aとサーボゾーン3bとにおいて互いに略同一となされていることが好ましい。

【0058】図9は、ヘッドスライダにかかる浮揚力と、トラック方向に平行な凹凸部におけるLGRとの関係を示す。ここで、上記平行な凹凸部とは、データゾーンに形成された凹凸部に相当する。なお、図9における実線A₁は凹部の深さが200nmのとき、鎖線A₂は凹部の深さが150nmのとき、点線A₃は凹部の深さが100nmのときを示す。

【0059】また、図10に、ヘッドスライダ6にかかる浮揚量と、トラック方向に垂直な凹凸部におけるLGRとの関係を示す。ここで、上記略垂直な凹凸部とは、サーボゾーンにおける凹凸部に相当する。なお、図10における実線A₄は凹部の深さが200nmのとき、鎖線A₅は凹部の深さが150nmのとき、点線A₆は凹部の深さが100nmのときを示す。

【0060】なお、サーボゾーン通過時における浮上変動解析には静的解析を用いることとし、ヘッドスライダにかかる浮揚力の計算には以下に示す文献に示される平均隙間理論を用いる。この文献は、"Averaged Reynold's Equation Extended to Gas Lubrication Possessing Surface Roughness in the Slip Flow Regime: Approximate Method and Confirmation Experiments" ASME Journal of Tribology, vol. 111, 1989, pp. 495-503, Mitsuyaである。また、この文献による平均隙間理論とは、凹部及び凸部の面積比が同じ場合でもヘッドスライダの受ける浮揚力が凹凸の形成される方向及び溝の深さによって異なるという理論である。サーボビットが形成された図27に示す従来の磁気ディスク200では、上述したように、制御信号に対応した部分がサーボゾーン内の凸部400aとなされており、サーボゾーンのLGRが1以下となされているとともに、データゾーンのLGRが1〜2程度となされている。

【0061】よって、このような従来の磁気ディスク200では、浮上変動量を抑えるために、サーボゾーン及びデータゾーンのLGRがともに小さい領域において、データゾーンにおける浮揚力とサーボゾーンにおける浮揚力とを略同一とさせることとなる。

【0062】しかしながら、このようにLGRが小さい領域では、図9及び図10に示すように、LGRが大きい領域よりもヘッドスライダが受ける浮揚力の変化率が

大きい。このため、LGRの小さな領域では、サーボゾーンやデータゾーンにおけるLGRの小さな誤差が、浮揚力に大きな誤差を生じてしまい、結果的に浮上変動量が大きくなってしまふ。つまり、LGRが小さい領域では、浮揚力に対するLGRのマージンが小さい。

【0063】よって、従来の磁気ディスク200は、浮揚力に対するLGRのマージンを大きくとることができないため、凸部と凹部との面積比であるLGRを所定値に製造するには、製造上高精度が求められて困難となり、量産の点で不利であるといった問題点があった。

【0064】また、磁気ディスク200の成形用スタンパは、通常、カッティングマシンを用いて作製される。このため、データゾーンのLGRは、カッティングマシンの設定値に応じて離散的にしか設定することができない。よって、従来の磁気ディスク200においては、サーボゾーンとデータゾーンとの浮揚力を完全に同一とすることがほとんど不可能であり、浮上変動量を完全に抑えることも実施上困難であった。

【0065】これに対して、本発明を適用した磁気ディスク3は、上述したように、サーボゾーン3bにおいて制御信号に対応した部分が凹部となされているため、サーボゾーン3bにおけるLGRの値が大きくなる。しかも、このときに、本発明を適用した磁気ディスク3では、ヘッドスライダ6の浮上変動量を抑えるためにサーボゾーン3bでのヘッドスライダ6の浮揚力と、データゾーン3aにおけるヘッドスライダ6の浮揚力とを互いに略同一とする。

【0066】つまり、本発明を適用した磁気ディスク3は、サーボゾーン3bのLGRが大きな値のときに、サーボゾーン3bにおけるヘッドスライダ6の浮揚力とデータゾーン3aにおけるヘッドスライダ6の浮揚力とを互いに略同一とすることになり、結果的にデータゾーン3aのLGRも大きな値となる。

【0067】上述した図9及び図10に示したように、LGRの大きな領域では、浮揚力の変化率が小さいため、浮揚力に対するLGRのマージンを大きくとることができる。よって、本発明を適用した磁気ディスク3では、データゾーン3aにおけるLGRのマージンを大きくとることができる。具体的には、磁気ディスク3は、データゾーン3aにおけるLGRが5.5以上となる。

【0068】すなわち、本発明を適用した磁気ディスク3は、データゾーン3aのLGRが5.5以上であれば良く、幅広いマージンをとることができるので、量産性に優れ、コストダウンの実現可能な磁気ディスクとなる。

【0069】また、本発明を適用した磁気ディスク3は、ヘッドスライダ6がデータゾーン3aから受ける浮揚力をヘッドスライダ6の荷重で除算した値から、ヘッドスライダ6がサーボゾーン3bから受ける浮揚力をヘッドスライダ6の荷重で除算した値を差し引いた値が、

-0.05~+0.05である。よって、磁気ディスク3は、後述するように、浮上変動量を浮上量の±10%以内に抑えることが可能であり、安定な記録再生特性を得ることができる。

【0070】さらに、本発明を適用した磁気ディスク3では、図11に示すように、ヘッドスライダの記録トラック方向の長さ L_1 が、サーボゾーン3b同士の間隔 L_2 よりも長くなされている。つまり、磁気ディスク3上を浮上するヘッドスライダ6において、スライダ長 L_1 内に少なくとも2個以上のサーボゾーン3bが対向して配

されている。
【0071】このように、本発明を適用した磁気ディスク3では、サーボゾーン3b同士の間隔を小さくすることにより、サーボゾーン3b通過時のヘッドスライダ6の浮上変動量に波形干渉を起こさせて、見かけ上の浮上変動量を小さくすることができる。

【0072】しかも、本発明を適用した磁気ディスク3では、浮上変動量を小さくするために従来の磁気ディスクにみられたような、サーボゾーン内のパターン設計を工夫する方法ではなく、サーボゾーン3bの間隔を狭く

して波形干渉を用いるので、設計上の自由度が高い。
【0073】つぎに、上述した構成の磁気ディスク3を光技術を利用して製造する際の製造方法について詳細を説明する。図12~図19は、磁気ディスク3の製造工程を説明する模式図である。

【0074】まず、図12に示すように、ガラス原盤41の表面にフォトレジスト42をコーティングする。このフォトレジスト42がコーティングされたガラス原盤41をターンテーブル43上に載置して図中R方向に回転させ、凹部を形成するフォトレジスト42の部分にのみレーザ光44を照射してパターンカッティングする。

【0075】次に、レーザ光44を照射した後、図13に示すように、フォトレジスト42を現象してフォトレジスト42の露光部分を除去する。

【0076】次に、図14に示すように、フォトレジスト42の露光部分が除去されたガラス原盤41の表面にニッケル45をメッキする。そして、図15に示すように、このニッケル45をガラス原盤41から剥がしてスタンプ46とする。

【0077】次に、図16に示すように、スタンプ46を金型460、461にそれぞれ取り付けてこのスタンプ46を用いて基板13を成形する。そして、図17に示すように、基板13の表面上に、磁性膜14をスパッタリング法などにより成膜して、図18に示すような磁気ディスク3とする。

【0078】そして、この磁気ディスク3を以下の方法により着磁する。図19は、着磁装置47を示す模式図である。図20及び図21は、磁気ディスク3に対して着磁する工程を示す模式図である。

【0079】磁気ディスク3を図19に示す着磁装置4

7にセットし、図20の矢印aで示す方向に回転走行させる。

【0080】そして、図20に示すように、着磁用磁気ヘッド48に第1の直流電流を供給しながら、着磁用磁気ヘッド48を磁気ディスク3上の半径方向に所定のトラックピッチで移動させ、磁性膜14の凸部と凹部の全てを同一方向に磁化する。

【0081】その後、図21に示すように、第1の直流電流とは逆極性で、電流値が第1の直流電流に比べて小さい第2の直流電流を着磁用磁気ヘッド48に供給しながら、着磁用磁気ヘッド48を磁気ディスク3上の半径方向に所定のトラックピッチで移動させ、磁性膜14の凸部のみを逆向きに磁化する。ここで、制御信号に対応して形成された凹部3b₂の磁化方向と、制御信号同士を区別するためのスペースとして形成された凸部3b₁の磁化方向が互いに逆向きとなる。

【0082】

【実施例】以下、本発明を適用した実施例について、図面を参照して詳細に説明する。但し、本発明は、この実施例に限定されるものではない。

【0083】実施例1

サーボゾーンにおいて制御信号に対応した部分を凹部としてLGRの値を大きくし、かつサーボゾーン及びデータゾーンにおけるヘッドスライダの浮揚力を互いに略同一とすることにより、データゾーンにおけるLGRのマージンを大きくすることができるか否かの確認を行うために、以下のようなガラスディスクを作製し用いた。

【0084】ここで、測定用ディスクとしては、略同心円状にデータゾーンが形成されるとともに、224個のサーボゾーンがヘッドスライダのシーク軌跡に沿った放射状に形成されたガラスディスクを用いた。なお、このガラスディスクには、半径30.2mmに位置し半径方向に所定の幅を有する平滑な面となされた領域が設けられている。

【0085】本実施例に用いられるガラスディスクのサーボゾーンは、制御信号に対応した部分が凹部となるように形成されている。このため、本実施例に用いられるガラスディスクのサーボゾーンは、凸部が制御信号に対応するように形成された従来の磁気ディスクと比較して、そのLGRの値がより大きな値となされている。

【0086】また、このガラスディスクにおけるデータゾーンは、図22に示すように、6種類のエリア51、52、53、54、55、56に放射状に分割され、エリア毎にLGRが異なっている。そして、このガラスディスクは、ヘッドスライダがこのガラスディスク上を一周するとデータゾーンの全てのエリア上を通過するようになされている。

【0087】ここで、各エリアに在するデータゾーンのLGRは、以下の通りである。第1のエリア51のLGRが1.7、第2のエリア52のLGRが2.2、第3

のエリア53のLGRが3.0、第4のエリア54のLGRが4.5、第5のエリア55のLGRが7.0である。また、第6のエリア56のLGRは、無限大、つまり表面がフラットとなされている。

【0088】なお、上記サーボゾーン及びデータゾーンの溝深さは、共に約200nmで一定である。また、データゾーンのトラックピッチはいずれのエリアにおいても3.2μmである。

【0089】したがって、このような構成のガラスディスク上をヘッドスライダが通過する場合、サーボゾーンのLGRが一定となされるとともに、データゾーンのLGRがそれぞれ異なるようになされた各エリアを通過することになり、各エリアについてサーボゾーン通過時の浮上変動量を測定することができる。

【0090】この測定用のガラスディスクを作製する際は、まず、ガラスディスク表面にフォトレジストを塗布し、このフォトレジスト上にカットングデータを基にサーボゾーン及びデータゾーンの 패턴の露光を行う。

【0091】次に、フォトレジストを現象してマスクパターンを形成し、その後、ガラスディスクに対して反応性イオンエッチング(RIE)を施して、上述のようなサーボパターン及びデータゾーンの半径15.5mmから35.0mmの間に形成した。但し、このガラスディスクに対しては、磁性膜を形成しない。

【0092】そこで、このような構成からなるガラスディスクを用いて、データゾーンのLGRとヘッドスライダの浮上変動量との関係の評価した。

【0093】本実施例で用いたヘッドスライダは、一般的な50%ナノスライダであり、スライダ長が2.0mm、スライダ幅が1.6mmである。また、このヘッドスライダは、形状が2本レールのテーパフラットであり、レール幅が200μmであり、荷重が3.5gfである。

【0094】まず、上述のガラスディスクを4000rpmの回転数で回転させ、このガラスディスクの半径30.2mmの所に位置する、上述した平滑な領域において、レーザバイプロメータを用いてヘッドスライダの浮上量を測定した。なお、このレーザバイプロメータとは、基準となる参照光を照射するとともに測定光をヘッドスライダの後端部に照射して差動を取り、ヘッドスライダの浮上量を測定するものである。また、このヘッドスライダは、磁気ディスクに対するヘッドスライダの相対速度が7m/sのとき、その浮上量が約50nm程度になる。

【0095】この測定結果を図23に示す。図23では、横軸にデータゾーンのLGRをとり、縦軸にヘッドスライダの浮上変動量をとる。

【0096】通常、サーボゾーン通過時における浮上変動量は、浮上量の±10%以内の値であれば、磁気ディ

スク装置が実用上正常稼働する許容範囲となされている。このことから、許容され得る浮上変動量は、浮上量の10%以下である、5nm以下であるといえる。

【0097】よって、図23の結果から明らかなように、浮上変動量が許容範囲である5nm以下となるのは、データゾーンのLGRが5.5以上であることが判明した。さらに、データゾーンのLGRが無限大、すなわちデータゾーンがフラットの場合においても、浮上変動量が5nm以下となされる。したがって、本実施例に用いられるディスクにおいては、浮上変動量が許容範囲とされるデータゾーンのLGRが5.5から無限大の範囲内の値であれば良く、データゾーンのLGRに対して非常に大きなマージンをとることができると判明した。

【0098】また、上述したように、ヘッドスライダの浮上変動量が最も抑えられる場合とは、データゾーンにおいてヘッドスライダが受ける浮揚力とサーボゾーンにおいてヘッドスライダが受ける浮揚力が互いに略同一であるときである。本実施例におけるサーボゾーンのLGRは、従来の磁気ディスクにおけるサーボゾーンのLGRよりもかなり大きい。このため、本実施例における磁気ディスクでは、ヘッドスライダの浮上変動量が最小値をとるのは、データゾーンのLGRが約7~10である。

【0099】以上の結果から、サーボゾーンにおいて、制御信号に対応した部分が凹部とするとともに、基準となる面を凸部となるように、凹凸パターンを形成することにより、サーボゾーン内の凸部の面積を凹部の面積よりも大きく、つまりサーボゾーンのLGRを大きくすることができ、それに伴いサーボゾーン通過時のヘッドスライダの浮上変動量を5nm以下に抑える際の、データゾーンのLGRのマージンを大きくとることができると判明した。

【0100】よって、本実施例に用いられるディスクでは、上述したようにデータゾーンのLGRのマージンが大きくとれるため、量産に好適な磁気ディスク及び磁気ディスク装置を提供することができる。

【0101】比較例1

従来のサーボビットが形成された磁気ディスクにおいて、データゾーンのLGRとヘッドスライダの浮上変動量との関係の評価するため、以下に示す測定用のガラスディスクを用意した。

【0102】測定用のガラスディスクには、略同心円状にデータゾーンが形成されるとともに、224個のサーボゾーンがヘッドスライダのシーク軌跡に沿った放射状に形成されている。これらのサーボゾーン内のパターンは何れも同一である。なお、このガラスディスクには、半径30.2mmに位置し半径方向に所定の幅を有する平滑な面となされた領域が設けられている。

【0103】比較例1に用いられるガラスディスクのサーボゾーンは、制御信号に対応した凸部となされ、基準

となる面が凹部となるように、凹凸パターンが形成されており、しかもサーボビットがアブリフォームされた従来の磁気ディスク200と同様なビット形状やビット高さを有するものである。よって、比較例1に用いられるガラスディスクのサーボゾーンは、そのLGRの値が約1程度の小さな値である。ただし、比較例1に用いられるガラスディスクには、磁性膜を形成していない。

【0104】また、データゾーンは、図22に示したガラスディスクと同様に、6種類のエリアに放射状に分割され、エリア毎にLGRが異なっている。そして、ガラスディスクは、ヘッドスライダがこのガラスディスク上を一周するとデータゾーンの全てのエリア上を通過するように配置した。

【0105】ここで、各エリアに在するデータゾーンのLGRは、以下の通りである。第1のエリアのLGRが0.2、第2のエリアのLGRが0.5、第3のエリアのLGRが1.0、第4のエリアのLGRが1.7、第5のエリアのLGRが7.0である。また、第6のエリアのLGRは、無限大、つまり表面がフラットとなされている。

【0106】なお、上記サーボゾーン及びデータゾーンの溝深さは、共に約200nm一定である。また、データゾーンのトラックピッチはいずれのエリアにおいても3.2μmである。

【0107】したがって、このような構成のガラスディスク上を浮上ヘッドが通過する場合、サーボゾーンのLGRが一定となされ、データゾーンのLGRがそれぞれ異なるようになされた各エリアを通過することになり、各エリアについてサーボゾーン通過時の浮上変動量を測定することができる。なお、この測定用のガラスディスクの作製方法は、実施例1と同様な作製方法を用いた。

【0108】そこで、このような構成からなるガラスディスクを用いて、データゾーンのLGRとヘッドスライダの浮上変動量との関係性を評価した。ヘッドスライダとしては、実施例1で用いたヘッドスライダと同様なものを用いた。

【0109】まず、上述のガラスディスクを4000rpmの回転数で回転させ、このガラスディスクの半径30.2mmの位置に対して、実施例1と同様に、ヘッドスライダの浮上量をレーザバイプロメータにより測定した。

【0110】この測定結果を図24に示す。図24では、横軸にデータゾーンのLGRをとり、縦軸にヘッドスライダの浮上変動量をとる。

【0111】図24の結果から明らかなように、浮上変動量が許容範囲である5nm以下となるのは、データゾーンのLGRが約0.6～2.0に限られた範囲であることが判明した。つまり、図9及び図10に示したようにLGRの値が小さい領域では浮揚力の変化が大きくなるため、サーボゾーン通過時におけるヘッドスライダの

浮上変動量を許容範囲の5nm以下に抑える、データゾーンのLGR範囲が、非常に狭い範囲になるといえる。

【0112】以上述べたように、実施例1及び比較例1の比較から、サーボゾーン内の凹凸パターンのうち、制御信号に対応した部分を凹部とするとともに、基準となる面を凸部とすることにより、ヘッドスライダの浮上変動量を許容範囲とする、データゾーンのLGR範囲が広くとれ、つまりデータゾーンのLGRに対するマージンを大きくすることができる。その結果、より容易かつ効果的にヘッドスライダの浮上変動量を抑えることができ、より安定した記録再生特性が得られるとともに、量産性に優れた磁気ディスク及び磁気ディスク装置を提供することができる。

【0113】つぎに、ヘッドスライダの浮上変動量の許容範囲と、それに対応するヘッドスライダの受ける浮揚力との関係性を評価した。

【0114】実施例2

記録再生特性の点において、実用可能な浮上変動量の範囲と、そのときの浮揚力の範囲を評価するために、以下に示す測定用のガラスディスクを用意した。

【0115】この実施例2に用いられる測定用のガラスディスクは、略同心円状にデータゾーンが形成されるとともに、64個のサーボゾーンがヘッドスライダのシーク軌跡に沿った放射状に形成されている。ただし、実施例2に用いられるガラスディスクには、磁性膜を形成していない。なお、このガラスディスクには、半径29.3mmに位置し半径方向に所定の幅を有する平滑面となされた領域が設けられている。

【0116】データゾーンは、トラックピッチが4.8μmとなるように形成されている。そして、このデータゾーンのLGRは、2.0の一定値である。

【0117】64個の各サーボゾーンは、従来の磁気ディスクのようなサーボビットではなく、径方向に垂直な凹部から形成されている。このデータゾーンは、図22に示したガラスディスクと同様に、6種類のエリアに放射状に分割され、各エリア毎にLGRが異なっている。そして、このガラスディスクは、ヘッドスライダがこのガラスディスク上を一周するとサーボゾーンの全てのエリア上を通過するように配置されている。

【0118】ここで、各エリアに存在するサーボゾーンのLGRは、以下の通りである。第1のエリアのLGRが1.0、第2のエリアのLGRが1.5、第3のエリアのLGRが2.0、第4のエリアのLGRが2.3、第5のエリアのLGRが3.2、第6のエリアのLGRが3.8となされている。なお、上記サーボゾーン及びデータゾーンの溝深さは、共に約200nmで一定である。

【0119】したがって、このような構成のガラスディスク上をヘッドスライダが通過する場合、データゾーンのLGRが一定となされるとともに、サーボゾーンのL

GRがそれぞれ異なるようになされた各エリアを通過することになり、各エリアについてサーボゾーン通過時の浮上変動量を測定することができる。

【0120】そこで、このような構成からなるガラスディスクを用いて、サーボゾーンのLGRとヘッドスライダの浮上変動量との関係を評価した。ヘッドスライダとしては、実施例1で用いたヘッドスライダと同様なものを用いた。

【0121】まず、上述のガラスディスクを4000rpmの回転数で回転させ、このガラスディスクの半径29.3mmの位置に対して、実施例1と同様に、ヘッドスライダの浮上量をレーザバイプロメータを用いて測定した。この測定結果を図25に示す。図25では、横軸にサーボゾーンのLGRをとり、縦軸にヘッドスライダの浮上変動量をとる。

【0122】図25の結果から明らかなように、データゾーンのLGRが2.0のときに、サーボゾーンのLGRが3.2であると、サーボゾーン通過時のヘッドスライダの浮上変動量がほぼ0といえる。また、図9及び図10から、データゾーンのLGRが2.0のときのヘッドスライダの浮揚力は、サーボゾーンのLGRが3.2のときのヘッドスライダの浮揚力と略同一であるといえる。

【0123】このことから、サーボゾーン及びデータゾーンのそれぞれにおける浮揚力を互いに略同一とすることは、浮上変動量を小さくするために有効であることが確認された。また、浮上変動量を解析する方法として、ヘッドスライダの浮揚力をパラメータとして用いた静的解析が適当であることが確認された。

【0124】つぎに、上記の図25の結果から、浮揚力と浮上変動量との関係を導出し、その結果を図26に示す。図26の縦軸には、ヘッドスライダがサーボゾーンを通過する際の浮上変動量を浮上量で除算して規格化した値、つまり浮上変動量/浮上量をとった。また、図26の横軸には、そのときのヘッドスライダが受ける浮揚力差をヘッドスライダの荷重で除算して規格化した値をとった。ここで、浮揚力差とは、データゾーンにおけるヘッドスライダの受ける浮揚力から、サーボゾーンにおけるヘッドスライダの受ける浮揚力を差し引いた差を示すものとする。

【0125】図26の結果から明らかなように、規格化した浮上変動量と、規格化した浮揚力との関係は、ほぼ比例関係であり、その直線は原点を通過している。この図26から、実用上問題のない浮上変動量を実現する、規格化した浮揚力の範囲を求めることができる。

【0126】すなわち、実用可能な浮上変動量の範囲は浮上量の±10%範囲内であることから、図26の結果より、ヘッドスライダにかかる荷重で規格化した浮揚力の許容範囲は、-0.05～+0.05であることが判明した。

【0127】したがって、上述の結果から、サーボゾーン通過時のヘッドスライダの浮上変動量を完全に抑えるには、サーボゾーン及びデータゾーンにおけるヘッドスライダの受ける浮揚力をそれぞれ互いに同一とすれば良いことがわかる。

【0128】また、実用可能な程度にサーボゾーン通過時のヘッドスライダの浮上変動量を抑えるには、ヘッドスライダにかかる荷重で規格化した浮揚力の範囲を、-0.05～+0.05の範囲とすれば良いことが判明した。

【0129】なお、図26の結果は、データゾーン及びサーボゾーンのLGRが小さい値のディスクを対象として浮上変動量を測定した図25の結果に基づいて作成されたものである。しかし、図25の結果を導いたこのディスクは、サーボゾーンのビットパターンが単純な凹凸形状であるため、サーボゾーンにビットを形成したディスクを一般化したものと考えられる。したがって、図26の結果は、一般性があり、制御信号に対応した部分を凹部とした本発明に係る磁気ディスクにおいても適用することができる。

【0130】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明に係る磁気ディスクによれば、制御信号記録領域における凸部の面積が凹部の面積よりも大きくなされているため、制御信号記録領域においてヘッドスライダの浮上量を低下させる凹部の割合が少ないことから、ヘッドスライダが制御信号記録領域を通過する際の浮上変動量を抑えることができる。その結果、本発明に係る磁気ディスクによれば、安定した記録及び/又は再生特性を実現することが可能となり、高信頼性が得られる。

【0131】また、本発明に係る磁気ディスクによれば、情報記録領域上でヘッドスライダが受ける浮揚力を当該ヘッドスライダの荷重で除算した値から、上記制御信号記録領域上でヘッドスライダが受ける浮揚力を当該ヘッドスライダの荷重で除算した値を差し引いた値が、-0.05～+0.05の範囲内に限定されることにより、浮上変動量を極力抑えることができ、安定した記録及び/又は再生特性を得ることができる。

【0132】さらに、本発明に係る磁気ディスクによれば、制御信号記録領域が記録トラックに沿って所定間隔毎に形成されており、ヘッドスライダの記録トラック方向の長さが上記所定距離よりも長くなされているため、ヘッドスライダが制御信号記録領域を通過する際の浮上変動量に波形干渉を起こすことができ、見かけ上の浮上変動量を効果的に抑えることができる。その結果、本発明に係る磁気ディスクによれば、安定した記録及び/又は再生特性が得られ、高信頼性が得られる。

【0133】しかも、この波形干渉を用いて見かけ上の浮上変動量を抑える方法は、サーボゾーンのパターン設計を工夫する従来の方法と異なり、磁気ディスクの設計

上の自由度が大きく、より容易に製造しやすく、量産化やコストダウンを実現することができる。

【0134】また、以上詳細に説明したように、本発明に係る磁気ディスク装置は、制御信号記録領域における凸部の面積が凹部の面積よりも大きくなされているため、制御信号記録領域においてヘッドスライダの浮上量を低下させる凹部の割合が少ないことから、ヘッドスライダが制御信号記録領域を通過する際の浮上変動量を抑えることができる。その結果、本発明に係る磁気ディスク装置によれば、安定した記録再生特性を実現することが可能となり、高信頼性が得られる。

【0135】また、本発明に係る磁気ディスク装置に用いられる磁気ディスクによれば、情報記録領域上でヘッドスライダが受ける浮揚力を当該ヘッドスライダの荷重で除算した値から、上記制御信号記録領域上でヘッドスライダが受ける浮揚力を当該ヘッドスライダの荷重で除算した値を差し引いた値が、 $-0.05 \sim +0.05$ の範囲内に限定されるため、ヘッドスライダの浮上変動量を極力抑えることができ、安定した記録及び/又は再生特性が得られる。

【0136】さらに、本発明に係る磁気ディスク装置に用いられる磁気ディスクによれば、制御信号記録領域が記録トラックに沿って所定間隔毎に形成されており、ヘッドスライダの記録トラック方向の長さが上記所定間隔よりも長くなされているため、ヘッドスライダが制御信号記録領域を通過する際の浮上変動量に波形干渉を起こすことができ、見かけ上の浮上変動量を効果的に抑えることができる。その結果、本発明に係る磁気ディスク装置によれば、安定した記録再生特性が得られ、高信頼性が得られる。

【0137】しかも、この波形干渉を用いて見かけ上の浮上変動量を抑える方法は、サーボゾーンのパターン設計を工夫する従来の方法と異なり、磁気ディスクの設計上の自由度が大きく、より容易に製造しやすく、量産化やコストダウンを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した磁気ディスク装置の一例を示す斜視図である。

【図2】本発明に用いられるヘッドスライダの一例を示す斜視図である。

【図3】本発明を適用したヘッドスライダの動作を示す模式図である。

【図4】本発明に用いられる磁気ヘッドの記録再生時における動作を示す模式図である。

【図5】本発明を適用した磁気ディスクの一例を示す平面図である。

【図6】図5中の範囲Aを拡大した平面図である。

【図7】本発明を適用した磁気ディスクのデータゾーン

及びサーボゾーンを拡大して示す斜視図である。

【図8】図7中のB₁-B₂線における断面図である。

【図9】トラック方向に平行な凹凸が形成される磁気ディスクにおいて、LGRとヘッドスライダの受ける浮揚力との関係を示す図である。

【図10】トラック方向に垂直な凹凸が形成される磁気ディスクにおいて、LGRとヘッドスライダの受ける浮揚力との関係を示す図である。

【図11】ヘッドスライダが本発明を適用した磁気ディスク上を浮上する様子を示す模式図である。

【図12】本発明を適用した磁気ディスクの製造方法におけるレーザ光露光工程を示す模式図である。

【図13】本発明を適用した磁気ディスクの製造方法における現像工程を示す模式図である。

【図14】本発明を適用した磁気ディスクの製造方法におけるニッケルメッキ工程を示す模式図である。

【図15】本発明を適用した磁気ディスクの製造方法において、スタンパが製造される様子を示す模式図である。

【図16】本発明を適用した磁気ディスクの製造方法における基板成形工程を示す模式図である。

【図17】本発明を適用した磁気ディスクの製造方法における成膜工程を示す模式図である。

【図18】図12～図17に示した工程によって製造される磁気ディスクを示す模式図である。

【図19】図18に示す磁気ディスクを着磁する着磁装置の一例を示す模式図である。

【図20】図19に示す着磁装置を用いて行う第1の着磁工程を示す模式図である。

【図21】図19に示す着磁装置を用いて行う第2の着磁工程を示す模式図である。

【図22】実施例1に用いられるガラスディスクを示す平面図である。

【図23】実施例1のガラスディスクにおいて、データゾーンのLGRと浮上変動量との関係を示す図である。

【図24】比較例1のガラスディスクにおいて、データゾーンのLGRと浮上変動量との関係を示す図である。

【図25】サーボゾーンのLGRと浮上変動量との関係を示す図である。

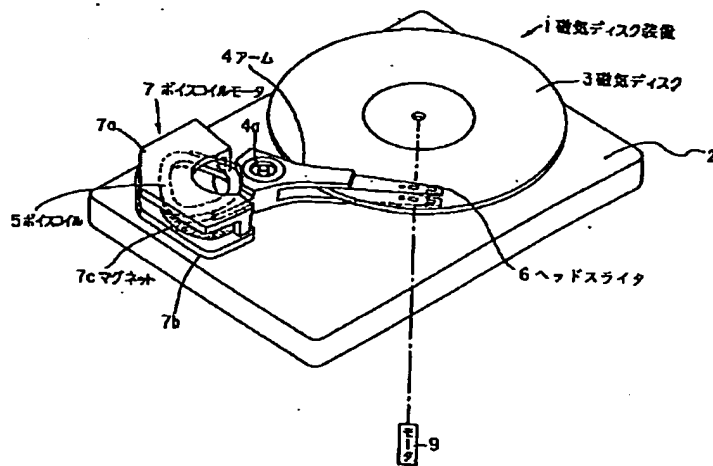
【図26】ヘッドスライダの荷重により規格化された浮揚力差と、浮上量により規格化された浮上変動量との関係を示す図である。

【図27】従来のサーボゾーンにサーボビットが形成された磁気ディスクの一例を示す斜視図である。

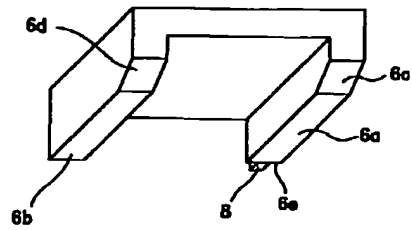
【符号の説明】

1 磁気ディスク装置、 3 磁気ディスク、 3a データゾーン、 3b サーボゾーン、 6 ヘッドスライダ、 8 磁気ヘッド

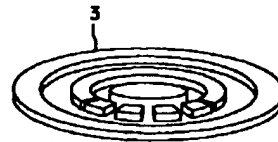
【図1】



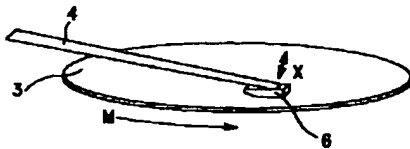
【図2】



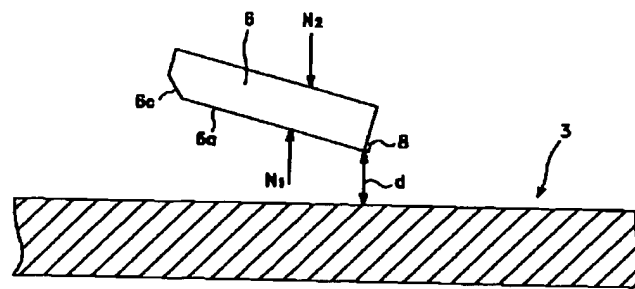
【図18】



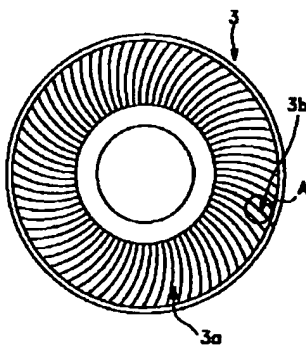
【図3】



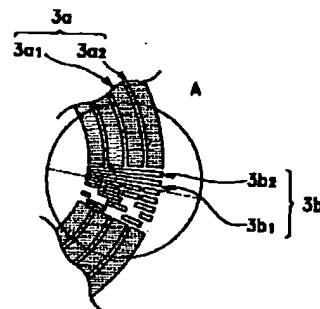
【図4】



【図5】



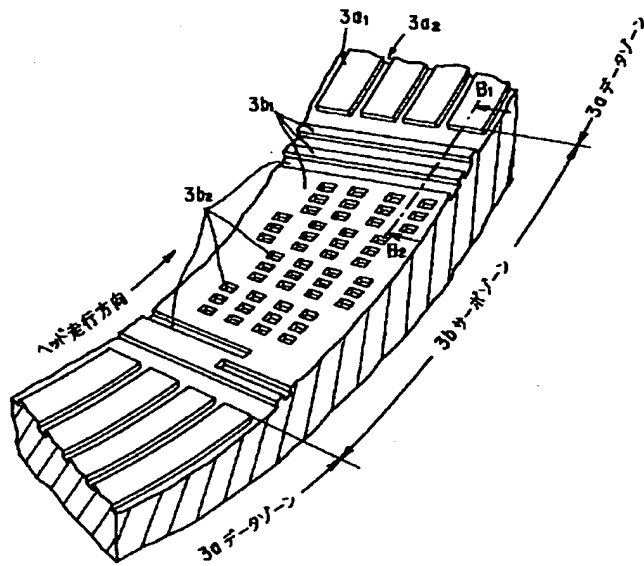
【図6】



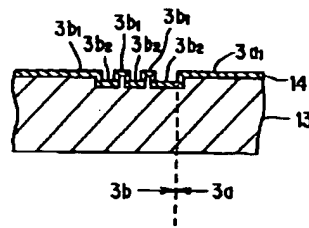
3a: データゾーン
3b: サーボゾーン

3a: データゾーン
3a1: 扇区
3a2: 扇区
3b: サーボゾーン
3b1: 扇区
3b2: 扇区

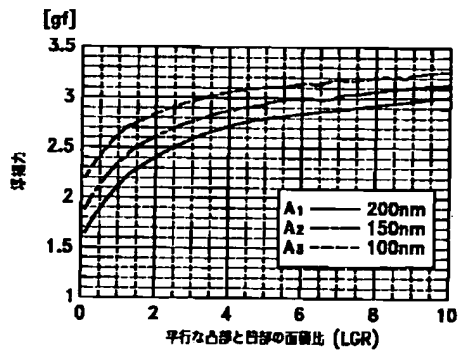
【図7】



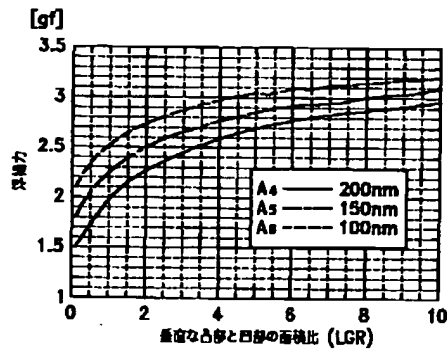
【図8】



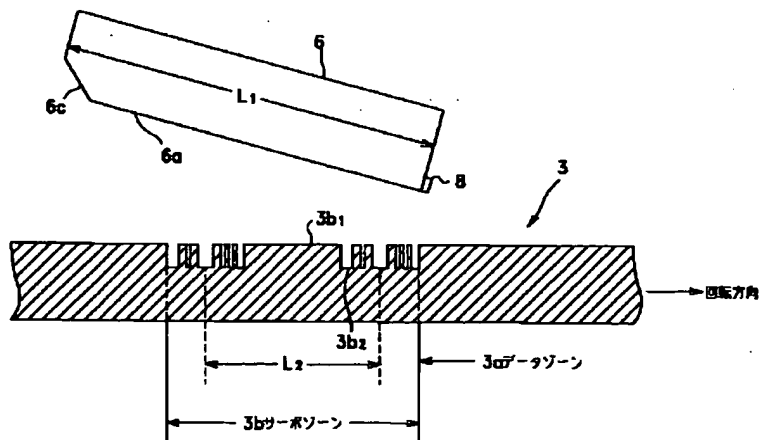
【図9】



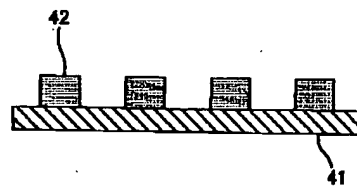
【図10】



【図11】

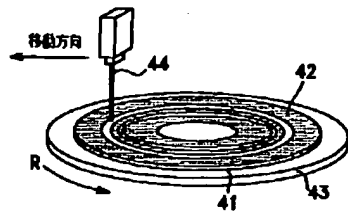


【図13】



製造工程

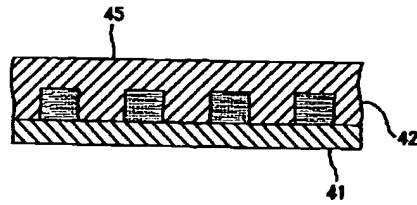
【図12】



レーザー露光工程

41: ガラス基板 43: ターンテーブル
42: フォトリソグ 44: レーザ光

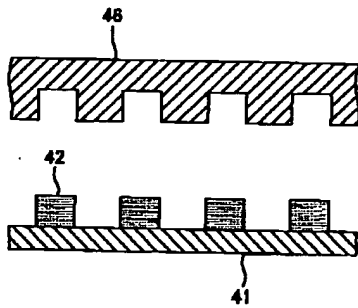
【図14】



ニッケルメッキ工程

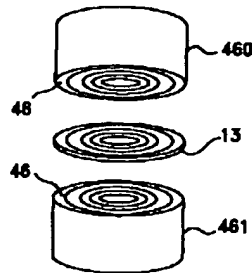
45: ニッケル

【図15】



46: スタンプ

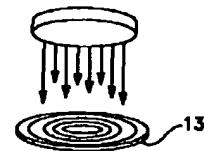
【図16】



基板成形工程

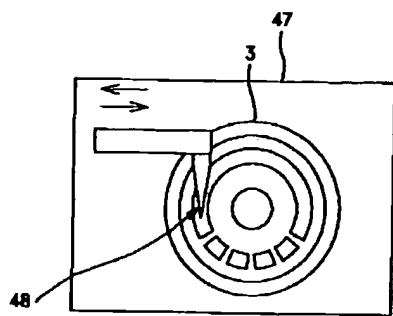
13: 基板

【図17】



成形工程

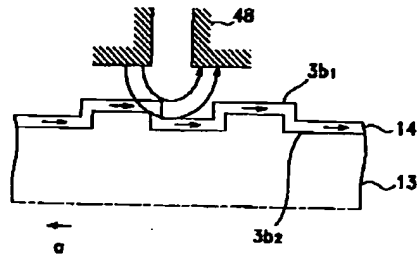
【図19】



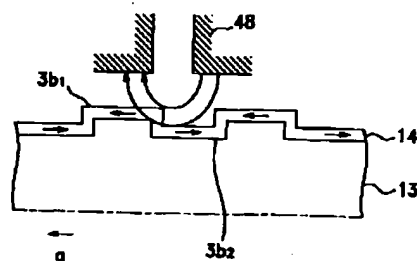
巻取工程

47: 巻取装置
48: 巻取用磁気ヘッド

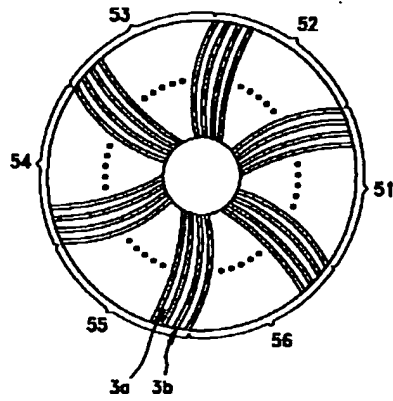
【図20】



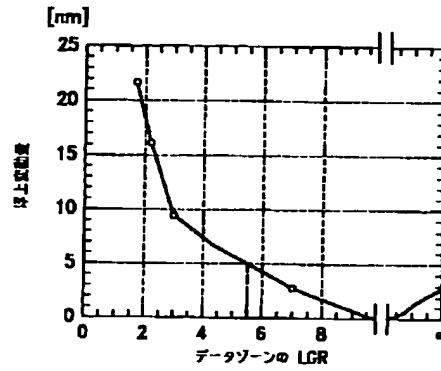
【図21】



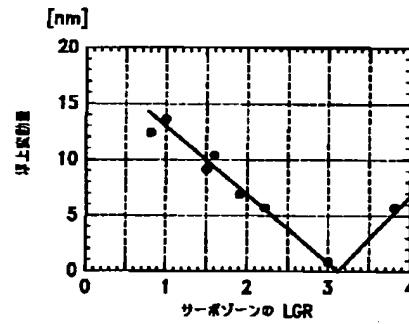
【図22】



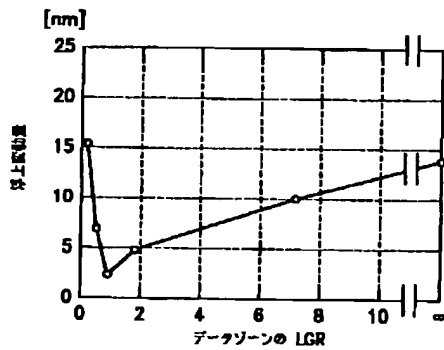
【図23】



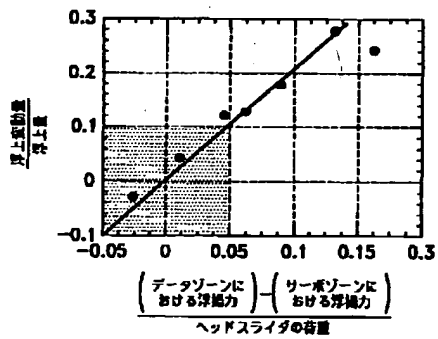
【図25】



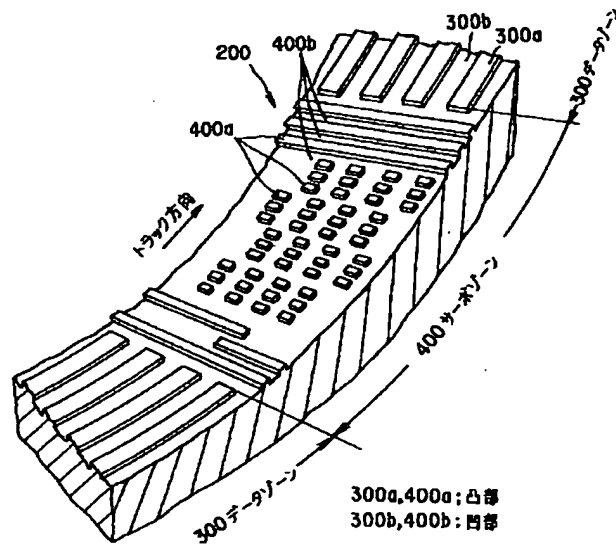
【図24】



【図26】



【図27】



従来の磁気ディスクを示す斜視図